酵母壁多糖对断奶仔猪生长性能和小肠黏膜形态结构的影响[1]

贺　琴[1]　王自蕊[1]　游金明[1*]　陈丽玲[1,2]　熊　昊[1]

（1.江西农业大学，江西省动物营养重点实验室，江西省营养饲料开发工程中心，南昌 330045；

2.江西中医药大学，南昌 330004）

摘　要：本研究旨在探讨饲粮中添加酵母壁多糖对断奶仔猪生长性能和小肠黏膜形态结构的影响。试验采用单因素试验设计方法，选取 180 头遗传背景一致、健康状况良好、胎次和体重接近的 21 日龄断奶仔猪，随机分为 4 个组，每组 5 个重复，每个重复 9 头猪。4 个组分别饲喂对照饲粮、0.15%酵母壁多糖饲粮、0.30%酵母壁多糖饲粮和 0.45%酵母壁多糖饲粮。试验期 21 d。结果表明：1）与对照组相比，饲粮中添加酵母壁多糖能够显著提高断奶仔猪平均日增重和平均日采食量（$P<0.05$）；酵母壁多糖有降低断奶仔猪腹泻率和料重比的趋势，但差异不显著（$P>0.05$）。2）与对照组相比，饲粮中添加酵母壁多糖能够显著提高断奶仔猪空肠绒毛高度/隐窝深度值（$P<0.05$），添加 0.45%酵母壁多糖能够显著提高断奶仔猪空肠绒毛高度和十二指肠绒毛高度/隐窝深度值（$P<0.05$）。由此可知，酵母壁多糖可提高断奶仔猪的生长性能，并改善小肠黏膜形态结构；综合生长性能、小肠黏膜形态及经济成本等指标，其在仔猪饲粮中的适宜添加量为 0.30%。

关键词：酵母壁多糖；断奶仔猪；生长性能；小肠黏膜形态

中图分类号：S816.7　　文献标识码：　　文章编号：

自从抗生素被证实可防控畜禽疾病并促进畜禽生产以来，抗生素在畜禽饲料中得到了广泛的应用。但由于抗生素类饲料添加剂的乱用、滥用，抗生素残留、细菌多重耐药性和环境污染等问题日渐加剧，并直接影响人类健康和环境安全[1-2]。为了避免局势进一步恶化，欧美等大部分国家已禁止在畜禽饲料中使用预防性抗生素，无抗化成为畜牧业发展的必然趋势，抗生素替代物和替代技术的开发研究也因此备受关注。目前，抗生素替代物的关注点主要集中在功能性寡糖、微生态制剂、抗菌肽以及植物提取物等产品上。作为功能性寡糖的酵母壁

收稿日期：2016－05－30

基金项目：江西省重大科技专项（20143ACF60001）；江西省生猪产业技术体系（JXARS-03-营养与饲料岗）

作者简介：贺　琴（1993—），女，江西莲花人，硕士研究生，研究方向为猪营养与饲料科学。E-mail： 171836219@qq.com

*通信作者：游金明，教授，博士生导师，E-mail： youjinm@163.com

多糖，其主要成分为 β–葡聚糖和甘露寡糖。研究表明，酵母壁多糖可提高畜禽的生产性能和免疫功能[3-6]。但酵母壁多糖是如何发挥促生长作用的，以及其对断奶仔猪肠道形态结构功能的影响研究还很少报道。因此，本试验旨在研究酵母壁多糖对断奶仔猪生长性能和小肠黏膜形态结构的影响，确定其在断奶仔猪中应用的适宜添加量，并为酵母壁多糖在仔猪饲粮中的科学应用提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

酵母壁多糖来源于拓普生物科技有限公司，其主要成分为甘露寡糖（23.45%）和 β–葡聚糖（39.24%），粗蛋白质含量为 26.30%，粗灰分含量为 3.30%，水分含量为 5.35%。

1.2　试验动物和分组设计

采用单因素试验设计方法，选取 180 头遗传背景一致、健康状况良好、胎次和体重接近的 21 日龄断奶仔猪，随机分为 4 个组，每组 5 个重复，每个重复 9 头仔猪。4 个组分别饲喂对照饲粮（对照组）、0.15%酵母壁多糖饲粮（0.15%组）、0.30%酵母壁多糖饲粮（0.30%组）和 0.45%酵母壁多糖饲粮（0.45%组）。试验期为 21 d。

1.3　试验饲粮和营养水平

仔猪饲喂玉米–豆粕型饲粮。饲粮配方参照 NRC（2012）和我国猪饲养标准（2004）配制，试验饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1　试验饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of the experimental diets (air-dry basis)　　%

项目 Items	组别 Groups			
	对照 Control	0.15%	0.30%	0.45%
原料 Ingredients				
膨化玉米 Extruded corn	33.70	33.55	33.40	33.25
碎米 Broken rice	10.00	10.00	10.00	10.00
面粉 Flour	13.80	13.80	13.80	13.80
米糠 Rice bran	2.00	2.00	2.00	2.00
膨化大豆 Extruded soybean	9.00	9.00	9.00	9.00
去皮豆粕 Peeled soybean meal	3.50	3.50	3.50	3.50

进口鱼粉 Imported fish meal	5.00	5.00	5.00	5.00
大豆浓缩蛋白 Soy protein concentrate	2.50	2.50	2.50	2.50
白糖 White sugar	4.00	4.00	4.00	4.00
乳清粉 Whey powder	10.00	10.00	10.00	10.00
椰子油粉 Coconut oil powder （50%）	2.40	2.40	2.40	2.40
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.80	0.80	0.80	0.80
石粉 Limestone	0.85	0.85	0.85	0.85
食盐 NaCl	0.20	0.20	0.20	0.20
赖氨酸盐酸盐 Lysine monohydrochloride	0.71	0.71	0.71	0.71
氯化胆碱 Choline chloride （50%）	0.10	0.10	0.10	0.10
苏氨酸 Threonine	0.22	0.22	0.22	0.22
DL–蛋氨酸 *DL*-Methionine	0.22	0.22	0.22	0.22
酵母壁多糖 Yeast cell wall polysaccharides		0.15	0.30	0.45
预混料 Premix[1)]	1.00	1.00	1.00	1.00
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]				
消化能 DE/(MJ/kg)	13.81	13.81	13.81	13.81
粗蛋白质 CP	18.15	18.16	18.17	18.19
钙 Ca	0.83	0.83	0.83	0.83
总磷 TP	0.66	0.66	0.66	0.66
有效磷 AP	0.42	0.42	0.42	0.42
赖氨酸 Lys	1.42	1.42	1.42	1.42
蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.78	0.78	0.78	0.78
苏氨酸 Thr	0.86	0.86	0.86	0.86

[1)] 预混料为每千克饲粮提供 The premix provided following per kilogram of diets：VA 6 350 IU，VD_3 2 150 IU，VE 25 IU，VK 3 mg，VB_1 1.8 mg，VB_{12} 0.024 mg，核黄素 riboflavin 6 mg，叶酸 folic acid 0.9 mg，生物素 biotin 4.5 mg，烟酸 niacin 24 mg，泛酸 pantothenic acid 20 mg，Zn 80 mg，Fe 150 mg，Cu 10 mg，I 0.6 mg，Se 0.5 mg，Co 0.8 mg。

2) 营养水平为计算值。The nutrient levels were calculated values.

1.4 饲养管理

仔猪饲养于装有高床、漏缝地板及乳头式饮水器的保育舍。试验开始前对猪舍进行彻底清理消毒。试验过程中，每日饲喂仔猪 4~5 次。所有仔猪自由采食和饮水，其他饲养管理措施、免疫程序按猪场常规管理程序进行。

1.5 样品采集及处理

在试验第 21 天，从每个重复中选取 1 头接近平均体重且健康状况良好的仔猪，肌注 4%戊巴比妥钠溶液进行麻醉。待麻醉完全后，采用颈静脉放血的办法将其处死，剖开腹腔，剪取仔猪十二指肠、空肠和回肠中段各 3 cm 肠段。用生理盐水洗去肠道内食糜，然后用滤纸轻轻吸干肠道表面水分。将肠道一端结扎后，置于 10%甲醛溶液小广口瓶中固定 24 h 以上，用于制作石蜡切片。

1.6 测定指标及方法

1.6.1 生长性能

试验开始后，观察并记录每 1 d 仔猪数和采食量，淘汰或者死亡仔猪应及时称重并做好记录。试验第 1、21 天清晨以组为单位称重记录，仔猪称重前空腹 16 h。以每个重复为单位计算平均日增重（ADG），并以组为单位记录相应的饲料消耗量。计算平均日采食量（ADFI）、ADG 和料重比（F/G）。

1.6.2 腹泻率

试验期间，每天早上和下午定时观察并记录仔猪腹泻情况。腹泻率及腹泻指数按 Kelly 等[7]的方法进行统计：

腹泻率（%）=100×腹泻头次/（本组试验猪总数×腹泻天数）。

1.6.3 肠道形态结构

取出 10%甲醛溶液中固定的肠道组织，经常规脱水、石蜡包埋、切片、苏木精–伊红（HE）染色后，利用 Motic Images Advanced 3.2 软件，测量十二指肠、空肠、回肠隐窝深度和绒毛高度，每张切片观察 5 个视野，并计算绒毛高度/隐窝深度（V/C）值。

1.7 数据处理与统计分析

所有数据用 Excel 2003 简单处理后，采用 SPSS 17.0 软件中单因素方差分析（one-way ANOVA）模型进行方差分析，各组数据以“平均值±标准误”表示。以 P<0.05 为显著性判断标

准。

2 结果与分析

2.1 酵母壁多糖对断奶仔猪生长性能和腹泻率的影响

由表 2 可知，与对照组相比：饲粮中添加酵母壁多糖能够显著提高断奶仔猪 ADFI（*P*<0.05），0.15%、0.30%和 0.45%组分别提高了 17.42%、20.04%和 16.04%（*P*<0.05）；饲粮中添加酵母壁多糖能显著提高断奶仔猪 ADG（*P*<0.05），0.15%、0.30%和 0.45%组分别提高了 21.57%、23.89%和 21.20%（*P*<0.05）；随酵母壁多糖添加量的增加，试验组断奶仔猪 F/G 和腹泻率有降低的趋势，但各组之间差异不显著（*P*>0.05），其中 0.30%组断奶仔猪腹泻率降低了 31.68%（*P*>0.05）。

表 2　酵母壁多糖对断奶仔猪生长性能和腹泻率的影响

Table 2　Effects of yeast cell wall polysaccharide on growth performance and diarrhea incidence of weaned piglets

项目 Items	组别 Groups				*P* 值
	对照 Control	0.15%	0.30%	0.45%	*P*-value
初重 Initial weight/kg	6.13±0.13	6.44±0.18	6.39±0.22	6.43±0.24	0.657
末重 Final weight/kg	9.12±0.32	10.14±0.30	10.09±0.22	10.10±0.29	0.086
平均日增重 ADG/g	149.33±11.11^{b}	181.54±8.93^{a}	185.00±1.32^{a}	180.99±7.07^{a}	0.042
平均日采食量 ADFI/g	280.92±20.82^{b}	329.86±5.08^{a}	337.22±8.48^{a}	325.98±10.09^{a}	0.049
料重比 F/G	1.88±0.05	1.73±0.07	1.82±0.04	1.73±0.09	0.337
腹泻率 Diarrhea incidence/%	7.04±0.98	7.12±1.14	4.81±1.82	5.51±2.77	0.759

同行数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著（*P*>0.05），不同字母表示差异显著（*P*<0.05），下表同。

In the same row, values with no letter or the same letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05), while with different letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05). The same as below.

2.2 酵母壁多糖对断奶仔猪小肠黏膜形态结构的影响

由表 3 可知，与对照组相比，饲粮添加 0.45%酵母壁多糖能够显著提高仔猪空肠绒毛高度（*P*<0.05），十二指肠和回肠绒毛高度各组间差异均不显著（*P*>0.05）。各组十二指肠、空肠和回肠隐窝深度差异均不显著（*P*>0.05）。当酵母壁多糖添加量为 0.45%时，十二指肠的 V/C 值为 3.17，与对照组相比，增加了 7.82%，差异显著（*P*<0.05）。与对照组相比，饲粮添加酵母

壁多糖能够显著增加空肠 V/C 值（$P<0.05$），0.15%、0.30%和 0.45%组分别增加了 5.51%、8.09%和 9.93%（$P<0.05$）。

表 3 酵母壁多糖对断奶仔猪小肠黏膜形态结构的影响

Table 3 Effects of yeast cell wall polysaccharide on small intestinal mucosa morphology of weaned piglets

项目 Items	组别 Groups				*P* 值
	对照 Control	0.15%	0.30%	0.45%	*P*-value
绒毛高度 Villus height/μm					
十二指肠 Doudenum	483.88±5.34	491.11±3.45	494.91±5.88	491.07±2.69	0.409
空肠 Jejunum	451.20±7.72^{b}	457.88±11.56^{ab}	476.44±7.56^{ab}	481.37±5.42^{a}	0.048
回肠 Ileum	430.50±7.92	447.67±5.05	447.12±11.43	453.13±2.82	0.209
隐窝深度 Crypt depth/μm					
十二指肠 Doudenum	164.97±3.04	163.28±0.99	161.05±4.47	155.02±3.47	0.217
空肠 Jejunum	166.02±1.95	164.62±1.62	162.36±3.78	160.87±2.71	0.493
回肠 Ileum	172.86±2.20	173.23±1.21	172.77±1.10	169.31±2.43	0.418
绒毛高度/隐窝深度 V/C					
十二指肠 Doudenum	2.94±0.04^{b}	3.01±0.28^{ab}	3.08±0.06^{ab}	3.17±0.08^{a}	0.046
空肠 Jejunum	2.72±0.06^{b}	2.87±0.05^{a}	2.94±0.04^{a}	2.99±0.03^{a}	0.003
回肠 Ileum	2.51±0.01	2.58±0.08	2.59±0.06	2.66±0.66	0.570

3 讨 论

3.1 酵母壁多糖对断奶仔猪生长性能和腹泻率的影响

仔猪出生后的几周内，体内的消化酶和免疫系统发生较大改变。初生仔猪可从初乳中获得极高的被动免疫，但在随后的 3 周内被动免疫水平迅速下降，而主动免疫需要 4~5 周后才基本建立。实际生产中，早期断奶的时间点正好处于免疫力薄弱、酶活性相对较低、胃酸分泌不足时期，因此，仔猪易出现“断奶应激综合征”，并出现采食量下降、消化不良、饲料转化率降低、免疫力下降和腹泻等现象[8]。功能性寡糖可有效减缓仔猪因断奶应激导致的生长受阻并促进仔猪的生长。游金明等[9]研究表明，甘露寡糖能够显著提高 28~41 日龄仔猪的 ADG 和 ADFI，显著降低 F/G。段丽娟等[10]探讨了酵母 β–葡聚糖对断奶仔猪生产性能的影响，结果显示，0.025%的 β–葡聚糖可通过提高 ADFI 而提高试验期内仔猪的 ADG，0.050%β–葡聚糖则能

显著降低仔猪的腹泻率。研究还发现，酵母壁多糖能够提高断奶仔猪饲粮中营养成分的利用率[11]。本试验结果表明，与对照组相比，饲粮添加 0.15%、0.30%和 0.45%酵母壁多糖均能够显著提高断奶仔猪 ADG 和 ADFI，并有降低仔猪 F/G 和腹泻率的趋势。

酵母壁多糖对断奶仔猪的促生长机理可能在于其含有 2 种主要活性物质——甘露寡糖和β–葡聚糖。甘露寡糖可以竞争性地与病原菌结合并携带病原菌通过肠道，使病原菌无法结合在肠壁上而失去致病能力。酵母壁多糖还能够促进巨噬细胞释放促炎细胞因子——肿瘤坏死因子–α（TNF-α）[12]，并参与细胞因子白细胞介素（IL）–1、IL-2 和 IL-6 的释放[3,13]，从而提高仔猪机体免疫力和抗病力，促进猪只健康。

3.2 酵母壁多糖对断奶仔猪小肠黏膜形态结构的影响

小肠是营养物质消化、吸收和转运的主要场所，饲粮被充分消化吸收的前提是小肠黏膜结构和功能的完整。因此，畜禽肠管结构发育状况与生长性能密切相关[14]。仔猪在经受断奶应激时，由于饲粮发生改变，小肠绒毛往往变短、隐窝加深、吸收能力下降。这不仅降低了营养物质的消化利用，而且未消化的食糜在肠道堆积使得肠道内渗透压增加，引发腹泻，随之加剧后肠段中有害菌和腐败菌的增殖[15]。由养分消化率下降导致的腹泻将进一步损伤肠绒毛的结构与功能[16]，而小肠黏膜结构和功能的完整主要通过小肠的绒毛高度、隐窝深度和 V/C 值来衡量。李玉欣等[17]研究发现，添加 0.2%毕赤酵母甘露寡糖能够显著提高断奶仔猪空肠绒毛高度和空肠、回肠 V/C 值，并能显著降低断奶仔猪空肠回肠隐窝深度。郭小云等[18]发现，酵母水解物能够显著降低早期断奶仔猪空肠隐窝深度。张少成[19]在肉鸡饲粮中添加 1 000～2 500 mg/kg 酵母培养物，结果发现十二指肠、空肠和回肠绒毛高度和 V/C 值显著提高，小肠各肠段隐窝深度显著降低。但是，当酵母培养物添加过量时，肉仔鸡肠道绒毛长度降低，肠黏膜发育受到影响[20]。此外，酵母培养物和酵母壁多糖能不同程度提高空肠、回肠和盲肠中乳酸杆菌和双歧杆菌数量，降低大肠埃希菌等有害菌数量[19]，从而保障仔猪肠道健康发育。本试验研究发现，与对照组相比，饲粮添加 0.45%酵母壁多糖能够显著提高仔猪空肠绒毛高度和十二指肠 V/C 值，且在饲粮中添加 0.15%、0.30%和 0.45%酵母壁多糖均能够显著增加空肠 V/C 值，这说明酵母壁多糖能够改善小肠黏膜形态结构，提高肠道对营养物质的消化吸收，促进断奶仔猪的生长发育。

4 结 论

① 饲粮中添加 0.30%酵母壁多糖能够显著提高断奶仔猪 ADG 和 ADFI，并能一定程度

上降低仔猪腹泻率。

② 酵母壁多糖能够改善断奶仔猪小肠黏膜形态结构，其中以添加量为 0.45%效果较好，但与 0.30%添加量差异不显著。

③ 综合生长性能、小肠黏膜形态以及经济成本等指标，酵母壁多糖在仔猪饲粮中的适宜添加量为 0.30%。

参考文献：

[1] 周明丽.畜牧业中滥用抗生素的现状及应对措施[J].畜禽业,2013(8):20–22.

[2] 楚维斌,史彬林,红雷,等.抗生素在畜禽生产中的应用危害及科学使用[J].安徽农业科学,2015,43(19):128–130.

[3] VAN DER PEET-SCHWERING C M C,JANSMAN A J M,SMIDT H,et al.Effects of yeast culture on performance,gut integrity,and blood cell composition of weanling pigs[J].Journal of Animal Science,2007,85(11):3099–3109.

[4] ZHAO P Y,JUNG J H,KIM I H.Effect of mannan oligosaccharides and fructan on growth performance,nutrient digestibility,blood profile,and diarrhea score in weanling pigs[J].Journal of Animal Science,2012,90(3):833–839.

[5] SHEN Y B,CARROLL J A,YOON I,et al.Effects of supplementing *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product in sow diets on performance of sows and nursing piglets[J].Journal of Animal Science,2011,89(8):2462–2471.

[6] 王学东,李永,姚娟,等.酵母细胞壁对仔猪部分免疫指标影响的初步研究[J].中国饲料,2008(22):16–18.

[7] KELLY S M,HUNTER J O.Epidermal growth factor stimulates synthesis and secretion of mucus glycoproteins in human gastric mucosa[J].Clinical Science,1990,79(5):425–427.

[8] 李德发.猪的营养[M].2 版.北京:中国农业科技出版社,2003:247–248.

[9] 游金明,付建福,王自蕊,等.丁酸钠和甘露寡糖对断奶仔猪生长性能和免疫功能的影响[J].动物营养学报,2010,22(2):346–351.

[10] 段丽娟,潘树德,边连全,等.酵母 β–葡聚糖对仔猪生产性能的影响[J].饲料工业,2006,27(2):41–42.

[11] 李兴华.枯草芽孢杆菌和酵母细胞壁多糖对哺乳和断奶仔猪生产性能的影响研究[D].硕

士学位论文.南宁:广西大学,2013.

[12] SAUERWEIN H,SCHMITZ S,HISS S.Effects of a dietary application of a yeast cell wall extract on innate and acquired immunity,on oxidative status and growth performance in weanling piglets and on the ileal epithelium in fattened pigs[J].Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition,2007,91(9/10):369–380.

[13] MAJTÁN J,KOGAN G,KOVÁCOVÁ E,et al.Stimulation of TNF-alpha release by fungal cell wall polysaccharides[J].Zeitschrift Fur Naturforschung C,2005,60(11/12):921–926.

[14] 李青竹,张立春,郑艳秋,等.吉林白鹅小肠形态学发育规律[J].中国兽医学报,2011,31(4):565–568.

[15] 顾宪红.断奶日龄、日粮蛋白及赖氨酸水平对仔猪消化器官结构和功能的影响[D].博士学位论文.北京:中国农业大学,2000.

[16] 游金明,王自蕊,瞿明仁,等.大豆抗原蛋白的生物学特性及其对仔猪的过敏反应[J].饲料工业,2007,28(21):53–56.

[17] 李玉欣,张立梅,韩丹丹,等.毕赤酵母甘露寡糖对断奶仔猪生产性能肠道绒毛和细胞因子的影响[J].中国兽医杂志,2015,51(11):33–35.

[18] 郭小云,吴信,谢春艳,等.酵母水解物对早期断奶仔猪生长性能、血清生理生化指标和激素水平以及肠道黏膜形态的影响[J].饲料工业,2015,36(8):61–64.

[19] 张少成.不同日粮营养水平添加酵母浓缩物对罗斯肉鸡营养代谢的影响[D].硕士学位论文.湛江:广东海洋大学,2014.

[20] 荣博涵,甄玉国,秦贵信,等.过量添加酿酒酵母培养物对肉仔鸡生长性能的影响[J].中国畜牧杂志,2016,52(5):65–69.

Effects of Yeast Cell Wall Polysaccharides on Growth Performance and Small Intestinal Mucosa Morphology of Weaned Piglets

HE Qin[1] WANG Zirui[1] YOU Jinming[1*] CHEN Liling[1,2] XIONG Hao[1]

(1. *Nutrition Feed Development Engineering Center of Jiangxi Province, Key Laboratory of Animal Nutrition in Jiangxi Province, Jiangxi Agricultural University, Nanchang* 330045, *China*; 2. *Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang* 330004, *China*）

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of dietary yeast cell wall

polysaccharide on growth performance and small intestinal mucosa morphology of weaned piglets. One-factor design was used and one hundred and eighty piglets with the similar genetic background, health condition, parity and body weight weaned at 21 days of age were randomly divided into four groups with five replicates in each group and nine piglets in each replicate. Pigs in four groups were fed control diet, 0.15%, 0.30% and 0.45% yeast cell wall polysaccharides diets, respectively. The experiment lasted for 21 days. The results showed as follows: 1) Compared with the control group, diets added with yeast cell wall polysaccharide significantly increased average daily gain (ADG) and average daily feed intake (ADFI) ($P<0.05$), and had a trend to decrease diarrhea incidence and the ratio of feed to gain of weaned piglets, although there were no significant differences ($P>0.05$). 2) Compared with the control group, diets added with yeast cell wall polysaccharide significantly increased the ratio of villus height to crypt depth (V/C) in jejunum of weaned piglets ($P<0.05$), and diet added with 0.45% yeast cell wall polysaccharide significantly increased villus height in jejunum and V/C in duodenum of weaned piglets ($P<0.05$). Accordingly, the yeast cell wall polysaccharide can enhance the growth performance, and improve the small intestinal mucosa morphology of weaned piglets. By considering the growth performance, small intestinal mucosa morphology and economic cost, 0.30% yeast cell wall polysaccharide is an optimum addition level in the piglet diet.

Key words: yeast cell wall polysaccharide; weaned piglets; growth performance; small intestinal mucosa morphology

i

---

*Corresponding author, professor, E-mail: youjinm@163.com (责任编辑　田艳明)